

DEGRADAÇÃO DOS SOLOS NO SERTÃO DE PERNAMBUCO: AVALIAÇÃO DE DADOS ORBITAIS NO MUNICÍPIO DE FLORESTA, PERNAMBUCO

Fernanda Silva da Rocha ¹
Pedro Henrique Firmino Gomes ²
Iaponan Cardins de Sousa Almeida ³

INTRODUÇÃO

A degradação do solo é uma problemática ambiental global que afeta diretamente a sustentabilidade dos ecossistemas e a viabilidade da agricultura, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Este fenômeno envolve a deterioração das características físicas, químicas e biológicas do solo, resultando na perda de sua capacidade de sustentar a vegetação, regular os ciclos hidrológicos, e fornecer serviços ambientais essenciais (EMBRAPA, 2010).

No Brasil, as regiões semiáridas, como o Município de Floresta localizado em Pernambuco, são particularmente suscetíveis à degradação dos solos devido ao histórico de uso da terra, realizado de modo incompatível com os processos de equilíbrio ecológico (BRASIL, 1992). A combinação de baixa pluviosidade, elevadas temperaturas e o manejo insustentável dos recursos naturais agrava a vulnerabilidade do solo, promovendo processos de desertificação (SUDENE, 2010; Cunha et al., 2011).

A região do Município de Floresta, está situada na mesorregião do São Francisco, Destaca-se pela sua vulnerabilidade à desertificação, sendo classificada como um dos núcleos de desertificação no Brasil (BRASIL, 2005). Este cenário é reflexo das condições climáticas e do uso intensivo e inadequado do solo, que resultam na perda de cobertura vegetal e na degradação dos horizontes superficiais do solo, aumentando a susceptibilidade à erosão e reduzindo a capacidade produtiva da terra (Ab'Saber, 1997). Diante dessa realidade, torna-se imprescindível o desenvolvimento de estratégias para monitorar e mitigar a degradação dos solos, sendo o sensoriamento remoto uma ferramenta essencial para essa tarefa.

Este estudo aborda a degradação dos solos no Município de Floresta, Pernambuco, uma área especialmente afetada pela degradação ambiental ao longo de décadas. Utilizando tecnologias de sensoriamento remoto e dados orbitais, a pesquisa tem como objetivo analisar as tipologias de uso da terra, relacionadas aos processos de degradação ambiental, oferecendo um panorama atualizado sobre o contexto atual do núcleo de degradação de Cabrobó.

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade de Pernambuco, fernanda.srocha@upe.br

² Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade de Pernambuco, pedro.firmino@upe.br

³ Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará, iaponan.cardins@upe.br

Este trabalho é importante tanto para a difusão do conhecimento geográfico quanto para a aplicação de ferramentas de análise espacial e temporal. Além disso, tem implicações significativas para as comunidades locais, impactando a produtividade agrícola e a sustentabilidade econômica. Os resultados do estudo poderão apoiar políticas públicas mais eficazes para a conservação dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das regiões semiáridas do Brasil.

METODOLOGIA

Para a análise da degradação dos solos em zonas secas nos Sertões de Pernambuco, especialmente no município de Floresta, foram utilizadas imagens de satélite do CBERS-4A, disponibilizadas pelo INPE. As imagens selecionadas incluíam os produtos CBERS_4A_WPM_20240628_196_124_L2, CBERS_4A_WPM_20240401_195_124_L2, CBERS_4A_WPM_20230823_196_123_L4. Que abrangem as bandas espectrais azul (banda 1), verde (banda 2), vermelha (banda 3) e infravermelha (banda 4).

No software QGIS, as imagens foram inicialmente georreferenciadas para corrigir distorções e garantir a precisão espacial. Em seguida, foi criado um mosaico das imagens, permitindo a cobertura contínua da área de estudo sem interrupções. A área de interesse foi então recortada para focar especificamente nos Sertões de Itaparica, garantindo que a análise se concentrasse apenas na região relevante.

Foi gerada uma composição multicolorida das bandas, utilizando a combinação das bandas 4 (infravermelha), 3 (vermelha), 2 (verde) e 1 (azul). Esta composição facilitou a visualização das características da superfície, evidenciando diferenças na cobertura do solo e na vegetação.

Para o tratamento dos dados orbitais, foi utilizada a ferramenta de Classificação Supervisionada por Processamento de Imagens (USPC) no QGIS. Inicialmente, foram selecionadas manualmente aproximadamente 30 amostras representativas de cada classe apresentada. Sendo elas, solo exposto, vegetação densa, vegetação preservada, corpos hídricos, zona urbana, e classe não identificada devido a porcentagem de nuvens. A coleta das amostras foi feita com base em áreas homogêneas identificadas nas imagens. Essas amostras foram usadas para treinar o algoritmo de classificação, que então categorizou o restante da imagem com base nas características das amostras fornecidas.

Após a obtenção da classificação preliminar, foram realizados ajustes manuais e validação dos resultados com pontos de controle para garantir a precisão. O mapa final, gerado a partir dessa classificação, serviu para gerar uma tabela de valores de cada uma das

classes, obtendo um resultado quantitativo, permitindo uma análise detalhada da degradação dos solos e das condições ambientais na região estudada.

REFERENCIAL TEÓRICO

A análise da degradação do solo em regiões semiáridas, como é o caso do município de Floresta, Pernambuco, requer uma compreensão aprofundada dos processos ecológicos e antrópicos relacionados a esse fenômeno. O conceito de degradação do solo, conforme definido pela Lei n. 6.981, art. 3º, inciso II, refere-se à deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, resultando em uma perda significativa da sua funcionalidade (BRASIL, 1989). Entre as principais formas de degradação, destacam-se a erosão, a salinização, e a desertificação, esta última caracterizada pela perda progressiva da capacidade produtiva do solo em regiões áridas e semiáridas (EMBRAPA, 2010).

O conceito de paisagem, conforme proposto por Tricart (1977), é fundamental para entender a dinâmica dos processos de degradação. A paisagem é definida como uma porção do espaço que resulta da interação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos, constituindo um sistema energético com troca constante de matéria e energia (Tricart, 1977). No contexto dos Sertões de Itaparica, a paisagem é predominantemente composta por caatinga, um bioma caracterizado por sua vegetação xerófito adaptada às condições semiáridas. A relação ecodinâmica da paisagem desempenha um papel crucial nas variações de estabilidade ecológica, de acordo com as manifestações dos processos erosivos (Tricart, 1977)

O sensoriamento é uma ferramenta eficaz para o monitoramento e análise da degradação do solo em regiões como os Sertões de Itaparica. Conforme definido por Crepani (1983), o sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, por meio da análise de dados coletados por sensores que não entram em contato direto com os alvos em estudo. Essa tecnologia permite a obtenção de dados precisos e detalhados sobre a cobertura do solo, a vegetação e outros elementos da paisagem, facilitando a identificação de áreas críticas e a avaliação dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente (Crepani, 2001).

A aplicação do sensoriamento remoto para a análise da degradação do solo envolve a utilização de imagens de satélite e outros dados geoespaciais para mapear as mudanças na cobertura vegetal, identificar áreas com solos expostos e monitorar a evolução dos processos de degradação ao longo do tempo (Maldonado, 2005). As imagens de satélite, ao capturarem a resposta espectral dos diferentes componentes da paisagem, permitem detectar alterações

significativas na qualidade do solo e na cobertura vegetal, sendo uma ferramenta indispensável para a gestão e conservação dos recursos naturais em regiões semiáridas (Novo, 1989).

Neste contexto, o uso do sensoriamento remoto na análise da degradação dos solos nos Sertões de Itaparica visa não apenas a compreensão dos processos de degradação, mas também a criação de uma base de dados que subsidia futuras ações de manejo sustentável e recuperação ambiental. A aplicação desta tecnologia possibilita uma visão integrada e detalhada da dinâmica ambiental, promovendo uma gestão mais eficaz e informada das áreas afetadas pela desertificação e degradação do solo (Crepani et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A degradação do solo em Floresta, Pernambuco, está diretamente relacionada ao uso e ocupação da terra, influenciada por fatores naturais e antropogênicos. Localizado no Sertão Pernambucano, Floresta está inserido em uma região semiárida caracterizada por um clima com chuvas escassas e irregulares, altas taxas de evapotranspiração e limitada disponibilidade de água no solo. (SUDENE, 2020). A vegetação nativa da Caatinga, típica dessa região, é adaptada a essas condições, mas sua remoção aumenta significativamente a vulnerabilidade do solo. Além disso, os solos na região tendem a ser rasos e pobres em nutrientes, tornando-se mais suscetíveis à degradação quando desprotegidos pela cobertura vegetal. (EMBRAPA, 2006).

O município apresenta uma população que reflete as características típicas do semiárido brasileiro, onde há uma significativa presença de população rural. Com base nos dados mais recentes do IBGE, aproximadamente 31,7% da população reside em áreas rurais, refletindo o caráter agrário do município, onde as atividades econômicas estão diretamente ligadas ao uso do solo. O modo de realização do uso da terra produziu redução da cobertura vegetal e a conseqüente exposição dos solos aos processos erosivos, o que tem comprometido a produtividade vegetal da caatinga historicamente.

De acordo com IBGE (2022), a economia de Floresta é fortemente baseada na agricultura e na pecuária. A agricultura de sequeiro, que depende das chuvas, destaca-se com o cultivo de milho e feijão, embora a irregularidade das precipitações limite sua expansão. A pecuária, especialmente a criação extensiva de caprinos e ovinos, é uma atividade de grande importância econômica, pois esses animais são bem adaptados ao ambiente semiárido. Além disso, nas proximidades do Rio Pajeú e do Rio São Francisco, há áreas de agricultura irrigada onde são cultivadas frutas como manga e uva, voltadas para o mercado interno e exportação.

Essas atividades favorecem e agravam o processo de degradação do solo. A agricultura de sequeiro remove a vegetação natural e adota práticas inadequadas, como aragem intensa e ausência de rotação de culturas, o que expõe o solo à erosão. A pecuária, especialmente com o pastoreio excessivo, compacta o solo e reduz a cobertura vegetal, também aumentando a erosão. Já a agricultura irrigada pode levar à salinização e ao esgotamento de nutrientes devido ao uso excessivo de água em solos mal drenados e à falta de manejo adequado. Juntas, essas práticas aceleram a degradação do solo, comprometendo sua fertilidade e capacidade produtiva.

Apesar de ainda haver uma cobertura vegetal significativa de vegetação nativa da Caatinga, Floresta enfrenta desafios ambientais. O desmatamento e a expansão desordenada das pastagens levam à degradação do solo, expondo-o à erosão e contribuindo para processos de degradação ambiental. As áreas mais afetadas por este processo sofrem com a perda de biodiversidade e a diminuição da capacidade produtiva do solo (Wadt, 2003).

A análise dos dados orbitais aplicada ao município de Floresta - PE permitiu uma avaliação preliminar da cobertura do solo e da extensão atual da sua degradação em diferentes períodos. A classificação supervisionada dos dados resultou na identificação de seis classes principais: vegetação densa, vegetação esparsa, solo exposto, corpos hídricos, zonas urbanas e áreas não identificadas.

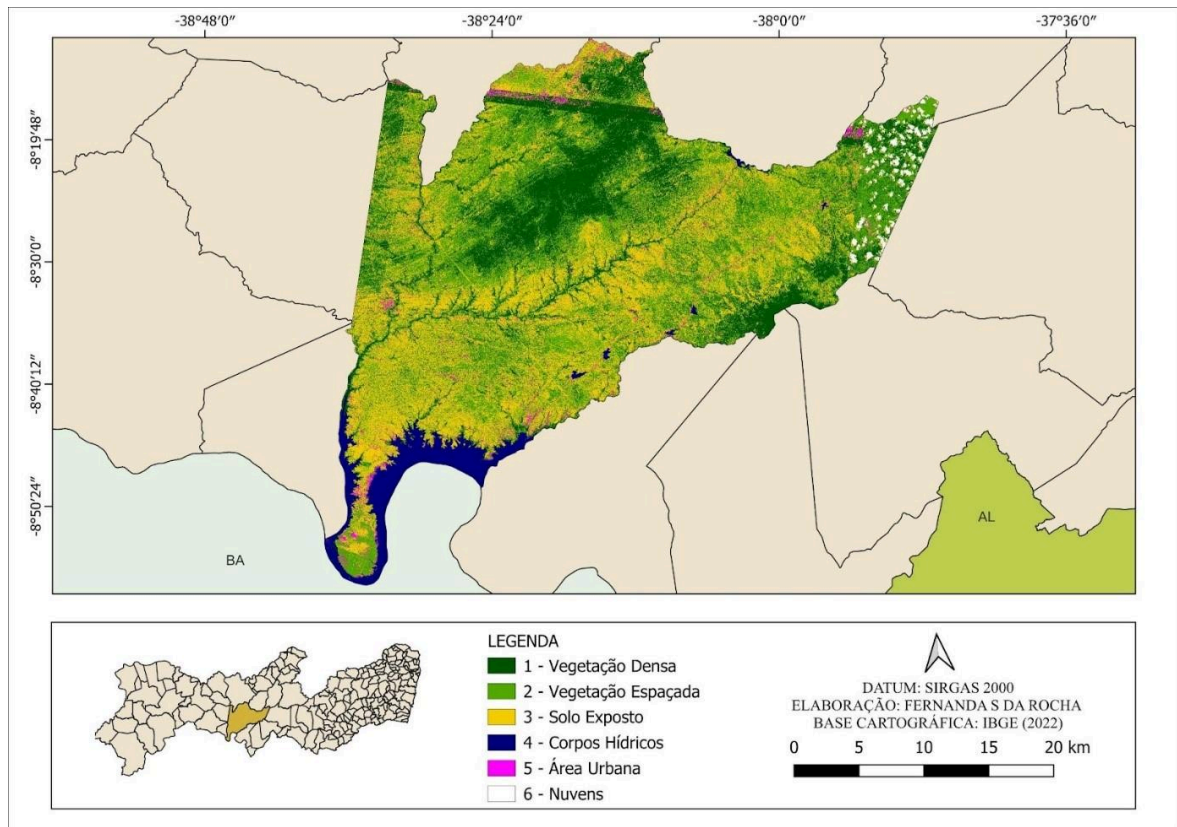
A área total do município de Floresta corresponde a 3.644 km², dos quais, a Vegetação Densa ocupa 26,7%, e a Vegetação Esparsa corresponde a 32,7%. O somatório das duas classes, cobre aproximadamente 59,4% da área total. Restam fragmentos de vegetação densa e amplas superfícies com exposição parcial dos solos, o que sugere uma proteção irregular dos solos aos processos erosivos. A fragmentação e a predominância de vegetação esparsa indicam tanto a amplitude das áreas degradadas quanto processos de recolonização por sucessão ecológica, em um contexto climático, cuja cobertura vegetal é crucial para minimizar a intensidade dos processos erosivos.

Solo exposto expressa o grau mais acentuado da degradação, uma vez que, representa zonas em que a vegetação tem limitações para seu desenvolvimento, em função do comprometimento provocado pelos processos erosivos. Esta classe corresponde a 32,9% da área em estudo e supera os valores absolutos das classes de vegetação densa e espessa, individualmente. A proporção de solo exposto em relação às demais classes foi investigada por organizações como o IBGE, e pode ser considerada elevada em Floresta.

Outras classes, tais como corpos hídricos (4,5%) e zonas urbanas (2,3%), foram identificadas para distinção dos alvos de interesse para o estudo sobre degradação. Áreas Não

Identificadas correspondem a 1,1% da área total e resultam de limitações relacionadas à cobertura de nuvens, o que impediu a classificação de pequenos trechos da imagem (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Município de Floresta - PE



Fonte: Rocha (2024)

A análise dos dados orbitais revelou aspectos cruciais da degradação do solo no município de Floresta, que apresenta considerável percentual de áreas comprometidas pelo uso da terra ao longo de sua história. Para além disso, há que se considerar as possibilidades a partir da dinâmica ecológica dos fragmentos ainda presentes e da vegetação que se distribui em solos degradados. É fundamental que as formas de uso da terra sejam realizadas sob uma perspectiva conservacionista, com objetivos relacionados ao restabelecimento da cobertura vegetal do município, especialmente na restauração daquelas áreas mais comprometidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto permitiu uma categorização das classes de uso do solo, destacando-se a vegetação esparsa e densa, solo exposto. Esses resultados fornecem uma base para futuras investigações e monitoramentos, contribuindo para

o entendimento das dinâmicas ambientais e de uso da terra. Tais ferramentas se mostram essenciais no diagnóstico de problemas ambientais, como também para embasar estratégias de planejamento, com vistas à mitigação dos prejuízos da degradação no cenário atual de mudanças climáticas.

A elevada proporção de solo exposto, que corresponde a 32,9% da área do município de Floresta é um indicativo claro de uma preocupante abrangência da degradação em boa parte da área de estudo, repetindo padrões observados em outras áreas do Semiárido brasileiro. Este cenário é preocupante, frente à relação de aproveitamento dos recursos naturais, especialmente no que se refere ao sustento econômico das populações rurais.

Portanto, a degradação do solo em Floresta (Pernambuco), resulta de uma complexa interação entre fatores naturais e atividades humanas. O uso da terra para agricultura, pecuária sem práticas sustentáveis agrava os processos de degradação, expondo o solo a condições que aceleram a erosão, a salinização, a compactação e a perda de matéria orgânica. Para mitigar esses impactos, é essencial adotar medidas de conservação e manejo sustentável do solo, que considerem tanto as particularidades naturais da região quanto os efeitos das atividades humanas.

Dessa forma, futuros aprofundamentos sobre essa temática poderão contribuir para a compreensão dos problemas ambientais, com a formulação de estratégias de manejo e conservação do solo e com o debate sobre o aproveitamento dos recursos naturais na região semiárida do Brasil. Além disso, a integração de práticas sustentáveis e tecnologias inovadoras pode ajudar a mitigar os efeitos adversos da degradação ambiental e promover o desenvolvimento econômico local, melhorando a qualidade de vida das comunidades que dependem desses recursos.

Palavras-chave: Análise Espacial, Semiárido, Sensoriamento Remoto, Uso do Solo, Vulnerabilidade Socioambiental.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da UPE, entidade do Governo do Estado de Pernambuco voltada para o fomento ao Ensino, Pesquisa e a Extensão universitária.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Estudos avançados, 1997. São Paulo: **EDUSP**, p. 7-59.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. Tradução de Olga Cruz. **Revista RA'EGA**, Curitiba, v. 8, n. 8, 2004.

BRASIL. Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília, DF, 02 de setembro de 1981, Seção 1, p. 1.

CREPANI, Edison, et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 124p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Floresta, PE**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 26/08/2024

INPE. **SPRING: manual do usuário**. Disponível em: <www.inpe.br/spring>. Acesso em: 15 de julho de 2024.

MALDONADO, Francisco Darío. **Desenvolvimento e avaliação de uma metodologia de detecção de mudanças na cobertura vegetal do semi-árido**. 2005. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – São José dos Campos: INPE, 2005.

MOREIRA, Mauricio Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001. 248 p.

NOVO, Evelyn M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo: **Editora Edgar Blücher**, 1989.

SUDENE. **Zoneamento das áreas suscetíveis à desertificação no Estado de Pernambuco**. Recife: Sudene, 2020. Disponível em: <https://www.sudene.gov.br/zoneamento-desertificacao-pernambuco>. Acesso em: 31 jul. 2024.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: **SUPREN**, 1977. 97p.

Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Brasília: MMA, 2007. 134p.

Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL. **Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD**. Brasília: MMA, 2004. 225p.

WADT, P. G. S. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco: **Embrapa Acre**, 2003.